

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年3月2日 (02.03.2006)

PCT

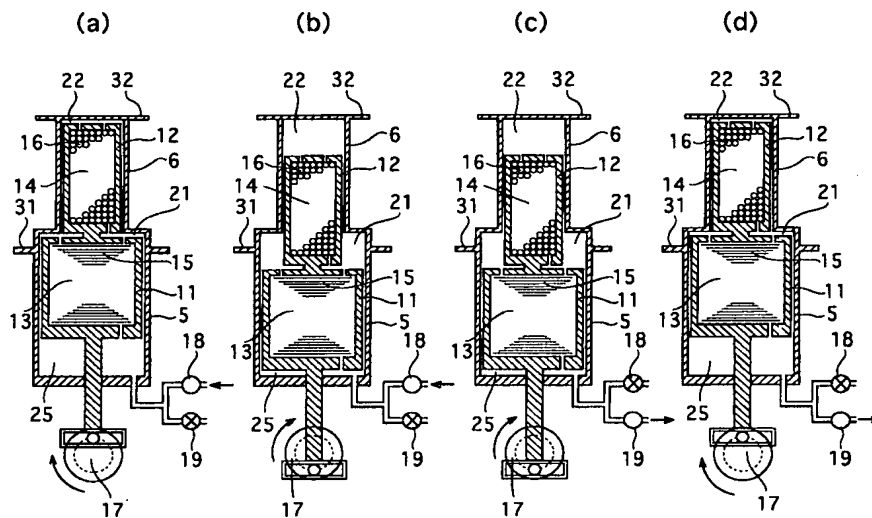
(10) 国際公開番号
WO 2006/022297 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 9/00 (2006.01) C09K 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015348
- (22) 国際出願日: 2005年8月24日 (24.08.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-245028 2004年8月25日 (25.08.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルバック・クライオ株式会社 (ULVAC CRYOGENICS INCORPORATED) [JP/JP]; 〒2530085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村山 吉信 (MURAYAMA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒2530085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1 アルバック・クライオ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 飯坂 泰雄 (IISAKA, Yasuo); 〒2310007 神奈川県横浜市中区弁天通 6 丁目 8 5 番 宇徳ビル Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

[続葉有]

(54) Title: COOLNESS STORAGE UNIT AND CRYOPUMP

(54) 発明の名称: 蓄冷器及びクライオポンプ



(57) Abstract: Disclosed is a coolness storage unit using a coolness storing material satisfying various conditions required for coolness storing materials (such as specific heat, thermal conductivity coefficient, workability, strength, hardness, chemical stability and low cost) and being other than lead which significantly affects the environment. Also disclosed is a cryopump. Specifically disclosed is a coolness storage unit (14) which holds a coolness storing material (16) in an inner passage, wherein a helium gas as a refrigerant gas passes through, for exchanging heat with the helium gas. The coolness storing material (16) is composed of Sn, a Bi-Sn alloy or an Ag-Sn alloy and formed to have a spherical shape. The inner passage of the coolness storage unit (14) is filled with a plurality of such spherical coolness storing materials (16).

(57) 要約: 環境への影響が大きい鉛以外で、蓄冷材としての諸条件 (比熱、熱伝導率、加工性、強度、硬度、化学的安定性、低コスト) を満足する蓄冷材を用いた蓄冷器及びクライオポンプを提供すること。冷媒ガスであるヘリウムガスが通過する内部通路に、ヘリウムガスとの間で熱交換を行う蓄冷材 16 を収容した蓄冷器 14 であって、蓄冷材 16 は、Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金の何れかからなり、球状に形成され、複数のそれら球状の蓄冷材 16 が蓄冷器 14 の内部通路に充填されている。

WO 2006/022297 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

蓄冷器及びクライオポンプ

技術分野

- [0001] 本発明は、冷媒ガスである例えばヘリウムガスと熱交換を行い一時的に熱を蓄えておく役割を担う蓄冷材を収容した蓄冷器及びその蓄冷器を備えたクライオポンプに関する。

背景技術

- [0002] クライオポンプは真空容器内に低温面を設置し、これに容器内の気体分子を凝縮または吸着させて捕捉し排気するポンプである。低温面を形成する方法には閉サイクルの小型ヘリウム冷凍機が一般に用いられている。
- [0003] そのヘリウム冷凍機は、ヘリウムガスを冷媒ガス(作動流体)とした蓄冷式冷凍機であり、高圧のヘリウムガスを低温部にある膨張空間に送り込み、そこでのヘリウムガスの断熱膨張によって低温を得る。蓄冷式冷凍機の特徴は蓄冷器と呼ばれる熱交換器を備えていることである。蓄冷器の役割は、一方向に流れる圧縮された高圧高温のヘリウムガスから熱を奪ってその熱を蓄えると共に膨張空間に送り込むヘリウムガスを予冷し、また反対方向に流れる膨張した低圧低温のヘリウムガスに、蓄えた熱を与えて室温空間に冷たいヘリウムガスを逃がさないようにする。
- [0004] 蓄冷器にはヘリウムガスとの間で熱交換を行う蓄冷材が収容され、その蓄冷材としては、熱伝導率が高く、また低温(30K以下)で他の金属より比熱が高く、さらに安価でもある鉛が使用されている。
- [0005] あるいは、ハイスペックの冷凍機には、極低温(15K以下)で鉛より比熱が高い Er_3 Niなどの磁性材料を使用する場合がある。例えば、特許文献1、特許文献2参照。
- [0006] 特許文献1:特開平10-300251号公報
特許文献2:特開2004-143341号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 鉛は他の金属に比べて低温下で比熱が高く、また安価な材料ではあるが、冷凍性

能を向上させるためには大量かつ純度の高いものを使用することになり、環境に対する影響が大きく、使用後に回収及び適切な処理が必要であり、取り扱い性が悪い。

[0008] 磁性材料は非常に高価である。またその比熱は相転移温度の近傍に大きなピークを持つ特徴があるため、蓄冷器を構成する場合、蓄冷器内の温度分布に合わせて異なる温度で比熱ピークを持つ数種類の物質を選び層状構造の蓄冷器を構成した方が単独で使うより有効なため、このこともコスト上昇につながる。さらに、磁性材料は金属間化合物で固くて脆く加工性が悪い。

[0009] したがって、こうした背景のなかで、環境への影響が大きい鉛以外で、蓄冷材としての諸条件(比熱、熱伝導率、加工性、強度、硬度、化学的安定性、低コスト)を満足する蓄冷材が望まれており、本発明はそのような蓄冷材を用いた蓄冷器及びクライオポンプを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の蓄冷器は、冷媒ガスが通過する内部通路に、冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材を収容した蓄冷器であって、ここで蓄冷材は、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなることを特徴としている。

[0011] また、本発明のクライオポンプは、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる蓄冷材を冷媒ガスが通過する内部通路に収容した蓄冷器を備えることを特徴としている。

[0012] 上記Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる蓄冷材は鉛を含まないため、人体や環境への悪影響が小さく、取り扱いが容易である。また、磁性材料に比べて安価である。さらに、加工性にも優れるので、例えば冷媒ガスとの熱交換効率を高めるために微小な球状への加工も容易に行える。

発明の効果

[0013] 本発明の蓄冷器によれば、冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材として、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかを用いているので、従来と同等の性能を維持しつつ、安価で且つ取り扱い性に優れたものを提供できる。

[0014] 本発明のクライオポンプによれば、気体分子を凝縮させる低温面を形成するための蓄冷式の冷凍機に、上記蓄冷材を備えた蓄冷器を使うことで、面倒な取り扱いや、形

状や機械的構造の変更、さらにはコストアップを要することなく、従来と同等の性能のものを提供できる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の実施形態に係るクライオポンプの概略図である。
[図2]図1のクライオポンプにおける冷凍機の動作説明図である。
[図3]各種蓄冷材の比熱特性を示すグラフである。

符号の説明

- [0016] 1 クライオポンプ
 2 冷凍機ユニット
 3 圧縮機
 5 1段シリンダ
 6 2段シリンダ
 7 シールド
 8 バッフル
 9 クライオパネル
 11 1段ディスプレーサ
 12 2段ディスプレーサ
 13 1段蓄冷器
 14 2段蓄冷器
 15 蓄冷材
 16 蓄冷材
 18 吸入バルブ
 19 排出バルブ
 21 1段膨張空間
 22 2段膨張空間
 25 室温空間
 31 1段熱負荷フランジ
 32 2段熱負荷フランジ

発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

[0018] 図1は本発明の実施形態に係るクライオポンプ1の概略図を示す。クライオポンプ1は冷凍機ユニット2を備えており、その冷凍機ユニット2は、圧縮機3と、大小2段のシリンダ5、6を備える。圧縮機3で高圧に圧縮されたヘリウムガスが両シリンダ5、6内を循環して、それらシリンダ5、6内に形成された膨張空間を極低温に冷却し、これに伴いシリンダ5、6に接続して設けられたシールド7、バッフル8、クライオパネル9も極低温に冷却されて気体分子を凝縮する。

[0019] 図2に示すように、シリンダ5、6の内部には、2つのディスプレイサ11、12が收容されている。ディスプレイサ11、12は、カム17を介して図1に示すモータ4の駆動軸に連結され、そのモータ駆動軸の駆動回転により、2つのディスプレイサ11、12は一体となってシリンダ5、6内を往復動される。

[0020] 1段ディスプレイサ11内には1段蓄冷器13が收容されている。2段ディスプレイサ12内には2段蓄冷器14が收容されている。1段蓄冷器13の内部は冷媒ガスであるヘリウムガスが通過する通路となっており、その通路には蓄冷材15として複数の銅金網が積層されている。2段蓄冷器14の内部もヘリウムガスが通過する通路となっており、その通路には蓄冷材16として複数の微小球が充填されている。2段蓄冷器14の蓄冷材16は、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる。

[0021] 1段シリンダ5の内部において、1段シリンダ5の端壁と1段ディスプレイサ11の端壁との間に形成される1段膨張空間21の外壁には1段熱負荷フランジ31が設けられている。1段熱負荷フランジ31には、図1に示すシールド7及びバッフル8が接続され、1段膨張空間21が低温になるとシールド7及びバッフル8が冷却される。

[0022] 2段シリンダ6の内部において、2段シリンダ6の端壁と2段ディスプレイサ12の端壁との間に形成される2段膨張空間22の外壁には2段熱負荷フランジ32が設けられている。2段熱負荷フランジ32には、図1に示すクライオパネル9が接続され、2段膨張空間22が低温になるとクライオパネル9が冷却される。

[0023] 圧縮機3からヘリウムガスを膨張空間21、22内に供給するための吸入バルブ18と、膨張空間21、22からヘリウムガスを圧縮機3に戻すための排出バルブ19の開閉は

ディスプレイサ11、12駆動用のモータ4で行われる。

- [0024] 冷凍機ユニット2の電源が投入されると、モータ4の駆動に伴い、吸入バルブ18、排出バルブ19の開閉と、ディスプレイサ11、12の往復動が繰り返される。
- [0025] 先ず、図2に示す過程(a)において、排出バルブ19を閉じ吸入バルブ18を開いて、圧縮機3から吐出された高圧のヘリウムガスを1段シリンダ5の室温空間25に充填する。
- [0026] 次いで、吸入バルブ18を開いたままでディスプレイサ11、12を図2(b)のように室温空間25側に移動させる。これにより、室温空間25内のヘリウムガスは、蓄冷器13、14を通して蓄冷材15、16との熱交換により冷却されながら膨張空間21、22に移動する。この操作は、ヘリウムガスが蓄冷器13、14を通過するときその体積が収縮するため等圧条件を満足するように吸入バルブ18を開けたままで行う。
- [0027] 次いで、過程(c)で、吸入バルブ18を閉じ排出バルブ19を開いて膨張空間21、22内の高圧ヘリウムガスを放出させ、膨張空間21、22内の圧力を下げる。この過程で膨張空間21、22内のヘリウムガスは断熱膨張して低温の低压ガスとなり膨張空間21、22の温度が低下し、熱負荷フランジ31、32を介して、シールド7、バッフル8、クライオパネル9が冷却される。
- [0028] 次いで、過程(d)で、排出バルブ19を開いたままでディスプレイサ11、12を膨張空間21、22側に移動させる。これにより、膨張空間21、22に残っている低温のヘリウムガスが蓄冷器13、14を通して室温空間25に移動し、ヘリウムガスは各蓄冷材15、16と熱交換を行った後に排出バルブ19から排出される。すなわち、膨張空間21、22内の低温ヘリウムガスは、次のサイクルで吸入されるヘリウムガスを冷却するために蓄冷材15、16を冷やししながら温度上昇して室温に戻った後に排出バルブ19を介して圧縮機3へと戻される。そして、排出バルブ19は閉じ、吸入バルブ18が開いて最初の過程(a)の動作となって1サイクルが終了する。
- [0029] 本実施形態では、より低温側に配置された2段蓄冷器14の蓄冷材16として、Pbを含まない材料であるSn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかを使用している。図3のグラフに示されるように、Snは、クライオポンプを使用する低温領域(30K以下)でPbより比熱が小さい。しかし、Pbに比べて比熱が小さくても容量の増加により蓄冷材

の熱容量を大きくでき従来のPbを用いた場合と同等の冷凍能力を達成できる。また、25～30Kの領域では、Snは一部の磁性材料(HoCu_2)と同等の比熱を有する。Bi-Sn合金、またはAg-Sn合金を用いる場合には、Snに対するBiまたはAgの含有比率が50%以下であれば、Sn単体の場合と同等の比熱を有し、同性能の蓄冷器を構成できる。

[0030] このように、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金をPbに代えて蓄冷材として用いても、従来と同等の冷凍能力を実現できる。他の構成部分に改良や調整を施すことなく、単に蓄冷器に収容する蓄冷材を代えるだけでよいので、既存のクライオポンプとの互換性が高い。また、クライオポンプの外観上の形状変化や機械的構造の変化もきたさずメンテナンス性もよい。

[0031] 蓄冷材16は、ヘリウムガスの流れを円滑にすると共に、表面積を大きくして熱交換率を高めるために、複数の球状粒子から構成するとよい。Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金からなる材料は、磁性材料のように硬く且つ脆くなく、球状への加工が容易に行える。各球状粒子の直径は、例えば1mm以下であればヘリウムガスと十分な熱交換が可能である。各球状粒子が粉状になるほどに細かくなってしまうとヘリウムガスの流れの妨げになるので、各球状粒子の直径は円滑なヘリウムガスの流れを許容する大きさに設定する必要がある。

[0032] また、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金は、人体や環境に対する影響が鉛に比べて少なく取り扱いが容易であり、さらに、磁性材料に比べて安価である(約1/18の価格)。さらに、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金は、蓄冷材としてのその他の諸条件(熱伝導率、化学的安定性、強度、硬度)を満足する。

[0033] 以上、本発明の実施形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

[0034] ディスプレーサ11、12の駆動方法としてはモータ駆動方式に限らず、冷媒ガスであるヘリウムガスの圧力差を使用したガス圧駆動方式、あるいはモータとガス圧駆動の併用方式であってもよい。

[0035] 上記実施形態では蓄冷器を、ギフォード・マクマホン式の冷凍機に用いた例を示したが、逆スターリング式冷凍機、パルスチューブ式冷凍機、ソルベイ式冷凍機にも適

用できる。また、そのような冷凍機はクライオポンプに用いられることに限らず、超電導マグネットや極低温センサなどの冷却にも用いることができる。

請求の範囲

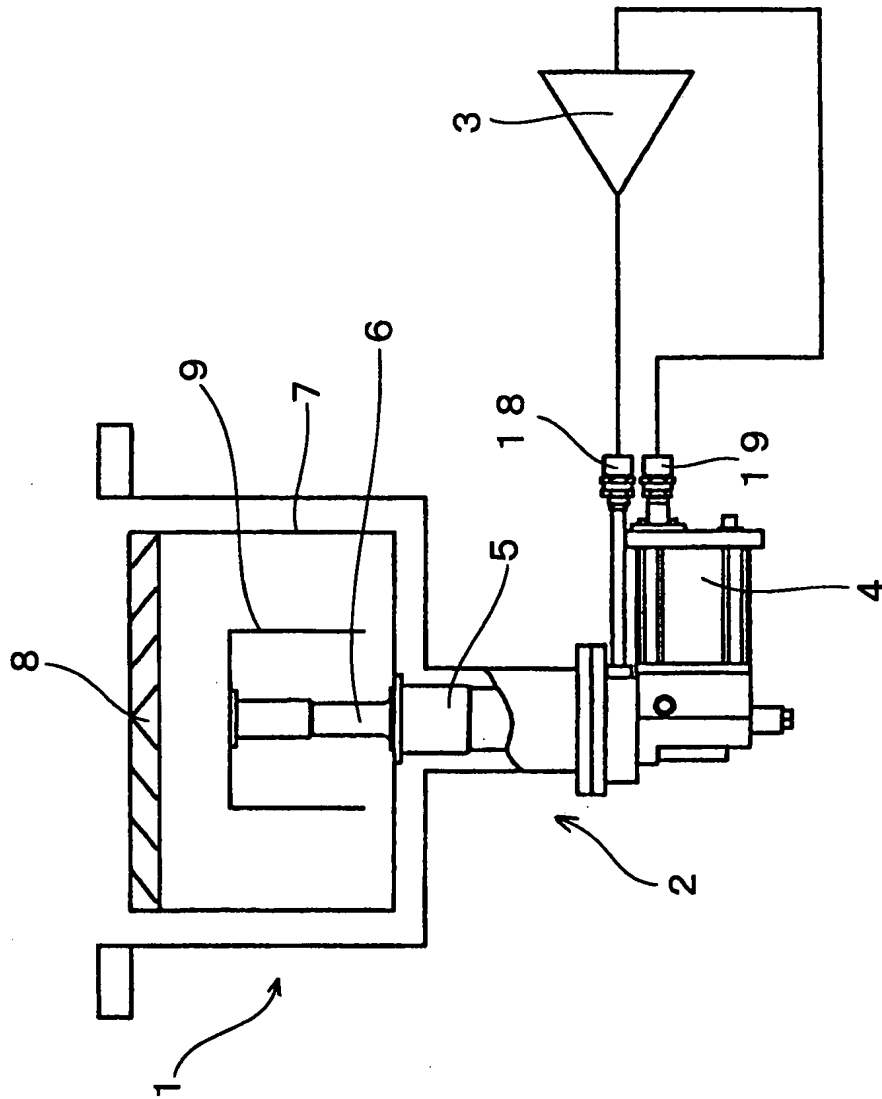
- [1] 冷媒ガスが通過する内部通路に、前記冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材を収容した蓄冷器であって、
前記蓄冷材は、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなることを特徴とする蓄冷器。
- [2] 前記蓄冷材はBi-Sn合金であり、該Bi-Sn合金におけるBiの含有比率は0%より大きく50%以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の蓄冷器。
- [3] 前記蓄冷材はAg-Sn合金であり、該Ag-Sn合金におけるAgの含有比率は0%より大きく50%以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の蓄冷器。
- [4] 前記蓄冷材は球状に形成され、複数の前記球状の蓄冷材が前記内部通路に充填されていることを特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第3項の何れかに記載の蓄冷器。
- [5] 請求の範囲第1項乃至請求の範囲第4項の何れかに記載の蓄冷器を備えたクライオポンプ。

補正書の請求の範囲

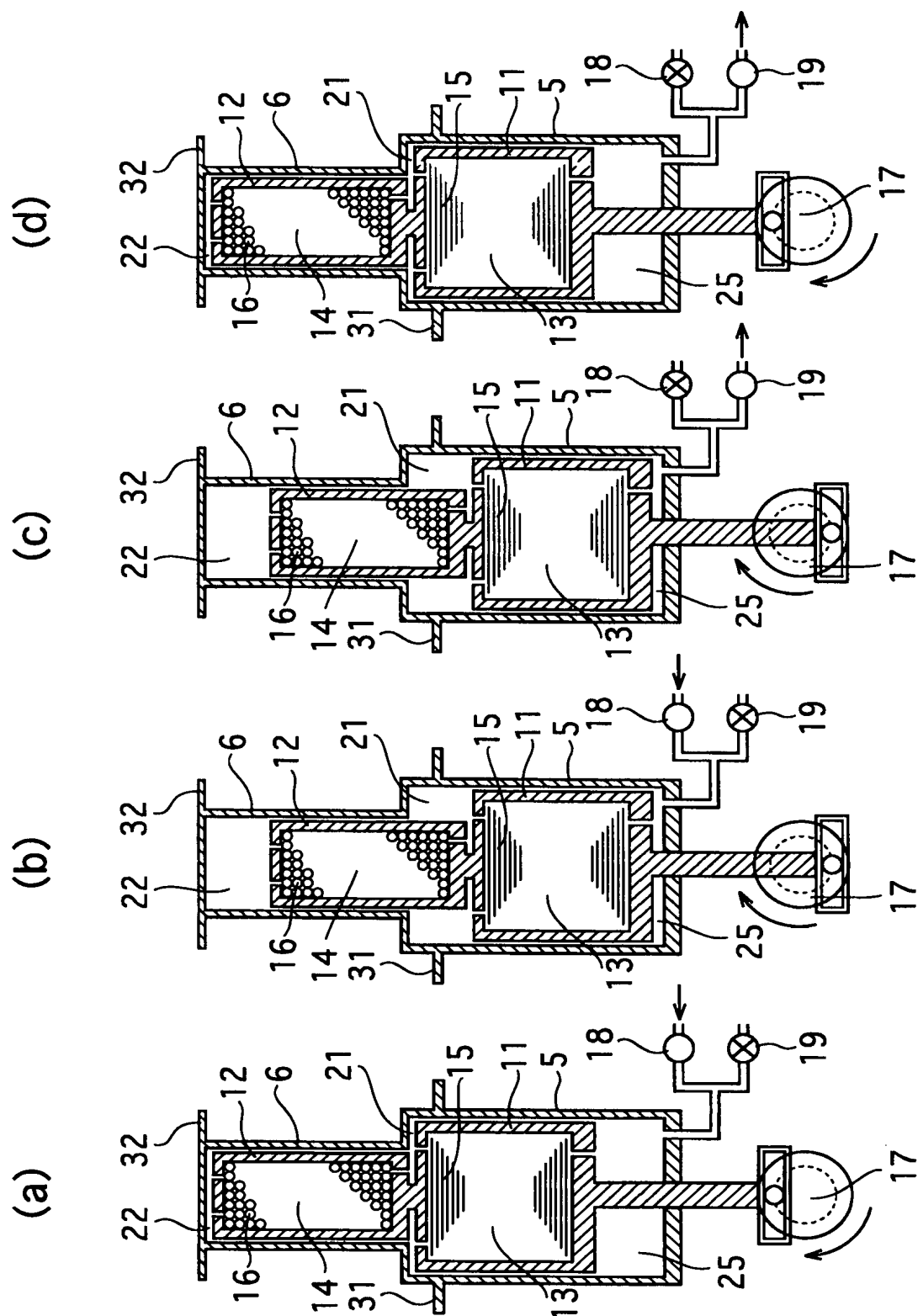
[2006年1月3日 (03. 01. 06) 国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(1頁)]

- [1] (補正後) 冷媒ガスが通過する内部通路に、前記冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材を収容した蓄冷器であって、
前記蓄冷材は、Sn、または、Snを主成分としBiもしくはAgの少なくともいずれかを含む合金のいずれかであることを特徴とする蓄冷器。
- [2] 前記蓄冷材はBi-Sn合金であり、該Bi-Sn合金におけるBiの含有比率は0%より大きく50%以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の蓄冷器。
- [3] 前記蓄冷材はAg-Sn合金であり、該Ag-Sn合金におけるAgの含有比率は0%より大きく50%以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の蓄冷器。
- [4] 前記蓄冷材は球状に形成され、複数の前記球状の蓄冷材が前記内部通路に充填されていることを特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第3項の何れかに記載の蓄冷器。
- [5] 請求の範囲第1項乃至請求の範囲第4項の何れかに記載の蓄冷器を備えたクライオポンプ。

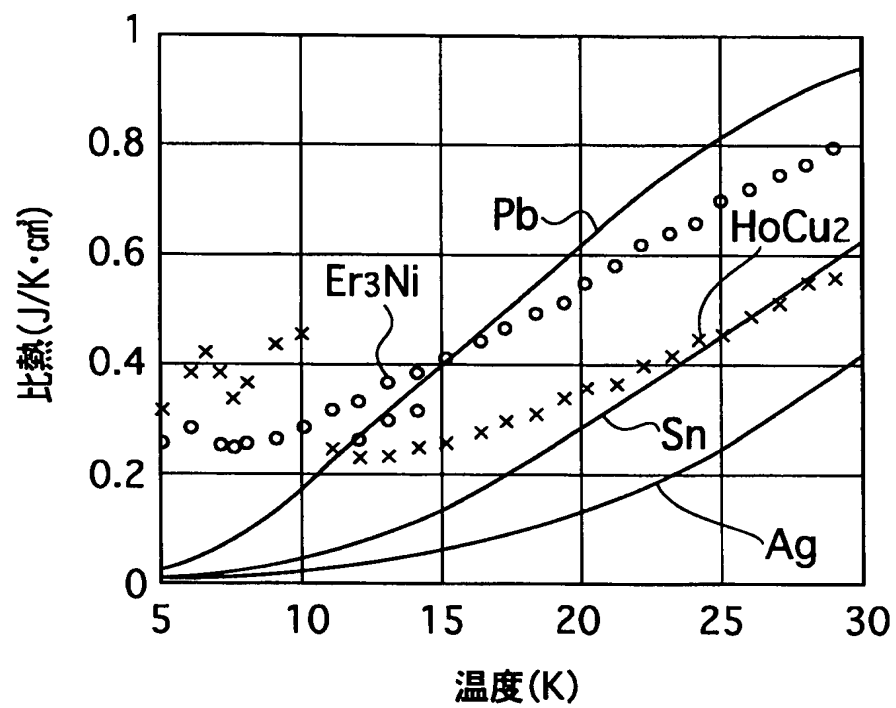
[図1]



[図2]



[図3]



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F25B9/00 (2006.01), C09K5/08 (2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F25B9/00 (2006.01), C09K5/08 (2006.01), F28D20/00 (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2004-225920 A (アイシン精機株式会社) 2004.08.12, 【請求項1】, 【請求項2】, 【図5】 (ファミリーなし)	1, 4 5 2, 3
Y	JP 2000-199650 A (株式会社東芝) 2000.07.18, 【請求項1】, 【0115】 & US 6363727 B1 & EP 1016701 A2	5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.11.2005

国際調査報告の発送日

15.11.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 富夫

3M

7616

電話番号 03-3581-1101 内線 3377